

**PCT** ORGANIZACION MUNDIAL DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL  
 Oficina Internacional  
**SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACION  
 EN MATERIA DE PATENTES (PCT)**



<b>(51) Clasificación Internacional de Patentes <sup>6</sup> :</b> <p style="text-align: center;"><b>C04B 35/18, 38/08, B22C 1/02</b></p>	<b>A1</b>	<b>(11) Número de publicación internacional:</b> <b>WO 98/29353</b>  <b>(43) Fecha de publicación internacional:</b> 9 de Julio de 1998 (09.07.98)											
<b>(21) Solicitud internacional:</b> PCT/ES97/00314  <b>(22) Fecha de la presentación internacional:</b> 26 de Diciembre de 1997 (26.12.97)  <b>(30) Datos relativos a la prioridad:</b> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">P 9602752</td> <td style="width: 40%;">27 de Diciembre de 1996</td> <td style="width: 30%;">ES</td> </tr> <tr> <td></td> <td>(27.12.96)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>P 9702667</td> <td>22 de Diciembre de 1997</td> <td>ES</td> </tr> <tr> <td></td> <td>(22.12.97)</td> <td></td> </tr> </table>  <b>(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US):</b> IBERIA ASHLAND CHEMICAL, S.A. [ES/ES]; Muelle Tomás de Olabarrí, 4-3º, E-48930 Las Arenas-Guecho (ES).  <b>(72) Inventor; e</b> <b>(75) Inventor/solicitante (sólo US):</b> PRAT URREIZTIETA, Jaime [ES/ES]; Muelle Tomás de Olabarrí, 4-3º, E-48930 Las Arenas-Guecho (ES).  <b>(74) Mandatario:</b> CARPINTERO LÓPEZ, Francisco; Herrero & Asociados, S.L., Alcalá, 21, E-28014 Madrid (ES).	P 9602752	27 de Diciembre de 1996	ES		(27.12.96)		P 9702667	22 de Diciembre de 1997	ES		(22.12.97)		<b>(81) Estados designados:</b> AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, Patente ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), Patente euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), Patente europea (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), Patente OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Publicada</b> Con informe de búsqueda internacional.
P 9602752	27 de Diciembre de 1996	ES											
	(27.12.96)												
P 9702667	22 de Diciembre de 1997	ES											
	(22.12.97)												
<b>(54) Title: MOLDING SAND APPROPRIATE FOR THE FABRICATION OF CORES AND MOLDS</b>  <b>(54) Título: ARENA DE MOLDEO ADECUADA PARA FABRICAR MACHOS Y MOLDES DE FUNDICION</b>  <b>(57) Abstract</b>  The molding sand comprises hollow microspheres of aluminium silicate, preferably with a content of alumina comprised between 15 and 45 % by weight, a wall thickness comprised between 3 and 10 % of the particle diameter and a particle size comprised between 10 and 350 µm. These sands are useful for the fabrication of low density cores with good characteristics of veining and penetration, while keeping the mechanical properties of the core obtained. Said cores are used in the fabrication of molded parts.  <b>(57) Resumen</b>  La arena de moldeo comprende microesferas huecas de silicato de aluminio, preferentemente con un contenido en alúmina comprendido entre 15 y 45 % en peso, un grosor de pared comprendido entre 3 y 10 % del diámetro de la partícula y un tamaño de partícula comprendido entre 10 y 350 µm. Estas arenas son útiles para fabricar machos de baja densidad con buenas características de "veining" y penetración, manteniendo además las propiedades mecánicas del macho obtenido. Estos machos son útiles en la fabricación de piezas de fundición.													

### UNICAMENTE PARA INFORMACION

Códigos utilizados para identificar a los Estados parte en el PCT en las páginas de portada de los folletos en los cuales se publican las solicitudes internacionales en el marco del PCT.

AL	Albania	ES	España	LS	Lesotho	SI	Eslovenia
AM	Armenia	FI	Finlandia	LT	Lituania	SK	Eslovaquia
AT	Austria	FR	Francia	LU	Luxemburgo	SN	Senegal
AU	Australia	GA	Gabón	LV	Letonia	SZ	Swazilandia
AZ	Azerbaiyán	GB	Reino Unido	MC	Mónaco	TD	Chad
BA	Bosnia y Herzegovina	GE	Georgia	MD	República de Moldova	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tayikistán
BE	Bélgica	GN	Guinea	MK	ExRepública Yugoslava de Macedonia	TM	Turkmenistán
BF	Burkina Faso	GR	Grecia	ML	Malí	TR	Turquía
BG	Bulgaria	HU	Hungría	MN	Mongolia	TT	Trinidad y Tabago
DJ	Benin	IE	Irlanda	MR	Mauritania	UA	Ucrania
BR	Brasil	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarús	IS	Islandia	MX	México	US	Estados Unidos de América
CA	Canadá	IT	Italia	NE	Níger	UZ	Uzbekistán
CF	República Centroafricana	JP	Japón	NL	Países Bajos	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Noruega	YU	Yugoslavia
CH	Suiza	KG	Kirguistán	NZ	Nueva Zelandia	ZW	Zimbabue
CI	Côte d'Ivoire	KP	República Popular Democrática de Corea	PL	Polonia		
CM	Camerún	KR	República de Corea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kazakstán	RO	Rumania		
CU	Cuba	LC	Santa Lucía	RU	Federación de Rusia		
CZ	República Checa	LI	Liechtenstein	SD	Sudán		
DE	Alemania	LK	Sri Lanka	SE	Suecia		
DK	Dinamarca	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estonia						

- 1 -

## ARENA DE MOLDEO ADECUADA PARA FABRICAR MACHOS Y MOLDES DE FUNDICIÓN

### CAMPO DE LA INVENCION

5

Esta invención se relaciona con la fabricación de piezas de fundición y, en particular, se refiere a una arena de moldeo para fundición, adecuada para fabricar machos y moldes de fundición, que comprende microesferas huecas de silicato de aluminio.

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las piezas de fundición obtenidas utilizando machos fabricados con arenas de moldeo presentan generalmente una serie de defectos en su forma por lo que es necesario someterlas a un mecanizado posterior para obtener una pieza dimensionalmente correcta. Estos defectos se producen debido al calentamiento que sufre el macho debido al efecto del metal fundido que se vierte sobre él, lo que provoca su expansión y, consecuentemente, la aparición de grietas en su superficie. El metal fundido penetra en el interior de estas grietas formándose así una especie de tabiques o laminillas en la superficie de la pieza obtenida. Este efecto no deseado se conoce con el nombre de "veining" o "cola de rata".

Actualmente los machos se fabrican utilizando arenas de moldeo y resinas curadas por gas o en caliente, o resinas autografuantes, junto con unos aditivos destinados a mejorar las características de la pieza obtenida.

Para evitar la formación del "veining", se conocen y usan una serie de técnicas, tales como por ejemplo:

- Utilización como aditivo de óxido de hierro

- 2 -

Los óxidos de hierro utilizados como aditivos están destinados a minimizar los problemas creados por la expansión de la sílice contenida en las arenas, utilizándose para ello óxidos de hierro rojo, negro, amarillo u óxidos de hierro de Sierra Leona que se incorporan a la mezcla en porcentajes que varían entre el 1 y el 3%. Estos óxidos actúan como factor de formación de feyalita, de tal manera que, durante la formación de la grieta minimizando así el "veining". No obstante, esta técnica, además de no eliminar el "veining" en algunos casos, presenta como inconveniente que el óxido de hierro reduce la resistencia mecánica del macho y, además, la formación de feyalita aumenta la tendencia a la penetración provocando que la superficie exterior de la pieza obtenida presente irregularidades que deben ser tratadas posteriormente.

- Utilización como aditivo de harinas de madera y polvo de carbón

Según esta técnica se añaden a la arena de moldeo polvos de harina de madera o hulla en proporciones que varían entre el 1 y el 3%. Estas harinas se queman durante la fusión dejando así huecos libres distribuidos por todo el volumen del macho que permiten que la expansión de la sílice se produzca en esos huecos sin necesidad de aumentar su tamaño externo, evitando, consecuentemente, la aparición de las grietas que provocan el "veining". La principal desventaja de esta técnica es que, al quemarse las harinas, se produce una gran cantidad de gas que, al difundirse, puede dar lugar a problemas dimensionales en las piezas obtenidas. Asimismo, con este tipo de aditivos se produce una reducción en la resistencia mecánica de los machos.

- Utilización como aditivo de óxido de titanio

- 3 -

Esta nueva técnica descrita en la patente norteamericana n° US 4.735.973, se basa en la utilización de aditivos de óxido de titanio, estando el aditivo presente en un porcentaje que varía entre el 0,5 y el 5% del total de la arena y conteniendo este aditivo entre 15 y 95% de óxido de titanio. Con esta técnica se reduce la expansión térmica, evitando, en consecuencia, el "veining", se mantiene la resistencia mecánica de los machos y no se produce un aumento de la evolución del gas. El inconveniente de esta técnica radica en que los machos obtenidos presentan una cierta tendencia a la penetración, siendo necesaria la aplicación de pinturas u otros tratamientos sobre la superficie de los machos obtenidos antes de proceder a la fusión de la pieza.

15                   - Utilización de arenas naturales de baja expansión

Esta nueva técnica utilizada, para la formación del macho, arenas especiales del tipo de sílice redonda o subangular, arenas de cromita, arenas circonio y arenas de olivina que, debido a sus diferentes grados de expansión térmica, dan lugar a la reducción de "veining" e incluso a la eliminación total de éste. El inconveniente fundamental de esta técnica es el alto coste de este tipo de arenas con el consiguiente aumento del coste de obtención de los machos.

- Utilización de arenas electrofundidas de baja expansión

30                   Según esta técnica la arena de sílice utilizada habitualmente para la fabricación de machos se funde en hornos eléctricos hasta conseguir una especie de pasta sin capacidad de expansión. Posteriormente, la pasta obtenida se muele hasta conseguir un polvo de arena que se mezcla, aproximadamente al 50%, con arena de sílice. De esta manera

- 4 -

se evita la expansión del macho, ya que el polvo obtenido a partir de la pasta de sílice no presenta capacidad de expansión y, consecuentemente, no se producen grietas ni el correspondiente veining. El inconveniente fundamental de esta  
5 técnica es la mayor complejidad del proceso productivo que encarece el coste final de obtención de los machos.

Como puede apreciarse, las técnicas habitualmente usadas para evitar la formación del "veining" consisten bien  
10 en el empleo de aditivos (óxido de hierro, óxido de titanio, harinas de madera y polvo de carbón) o bien en el empleo de unas arenas especiales (arenas naturales de baja expansión o arenas electrofundidas de baja expansión).

15 Ahora se ha encontrado que es posible mejorar la calidad de las piezas de función utilizando unos machos o moldes fabricados con unas arenas de moldeo que comprenden microesferas huecas de silicato de aluminio.

20 Por consiguiente, un objeto de esta invención lo constituye una arena de moldeo para fundición que comprende microesferas huecas de silicato de aluminio.

Un objeto adicional de esta invención lo  
25 constituye un procedimiento para la fabricación de machos o moldes de fundición que comprende el empleo de la arena de moldeo arriba mencionada. Los machos y moldes resultantes también constituyen un objeto de esta invención.

30 Otro objeto adicional de esta invención lo constituye un procedimiento para la fabricación de piezas de fundición que comprende el empleo de los machos o moldes arriba mencionados. Las piezas de fundición resultantes también constituyen un objeto de esta invención.

35

- 5 -

## COMPENDIO DE LA INVENCION

La invención proporciona una arena de moldeo para fundición que comprende microesferas huecas de silicato de aluminio en una cantidad comprendida entre el 1 y el 30% en peso respecto al total de la arena de moldeo.

La arena de moldeo objeto de esta invención es adecuada para fabricar machos y moldes de fundición que, a su vez, se pueden utilizar en la fabricación de piezas de fundición.

El empleo de las microesferas huecas de silicato de aluminio evita la aparición de grietas durante la expansión del macho, pero sin aumentar la evolución del gas, y manteniendo las propiedades mecánicas del macho obtenido. Durante el fundido de la pieza, la expansión de la sílice presente en la arena de moldeo no provoca un aumento del macho sino que la expansión queda absorbida por los espacios interiores de las microesferas huecas, con lo que se evita completamente la aparición de grietas en la superficie del macho y, consecuentemente, el "veining".

Con la arena de moldeo de la invención se obtienen machos o moldes de menor densidad, con lo que se reduce la evolución del gas, pero sin que por ello disminuya su resistencia mecánica. Asimismo, se reduce la penetración de la pieza obtenida debido a que las microesferas huecas de silicato de aluminio tapan los espacios intergranulares del macho produciendo un efecto similar al de la pintura, con lo que se mejora la superficie de la pieza obtenida. Por tanto, la calidad de la pieza de fundición resultante se mejora debido a la reducción de los defectos provocados por la expansión del macho y la evolución del gas.

- 6 -

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

La Figura 1 representa un gráfico de barras en el que se observa el efecto "veining" para distintas técnicas de conformación de machos, correspondiendo la posición 04 a la técnica basada en la utilización de una arena de moldeo de la invención que contiene un 10% en peso de microesferas huecas de silicato de aluminio.

La Figura 2 representa un gráfico de barras en el que se observa la resistencia mecánica obtenida según las distintas técnicas de fabricación de machos, correspondiendo la posición 04 a la técnica basada en la utilización de una arena de moldeo de la invención que contiene un 10% en peso de microesferas huecas de silicato de aluminio.

La Figura 3 representa un gráfico de barras en el que se observa la densidad de los machos obtenidos según las distintas técnicas de fabricación.

La Figura 4 representa un gráfico comparativo del "veining" y penetración obtenidos con arenas de moldeo que contienen microesferas huecas de silicato de aluminio (Invención) y con arenas de moldeo que contienen óxido de titanio según la patente US 4.735.973.

La Figura 5 representa un gráfico de barras en el que se observa la resistencia a la tracción de machos obtenidos con arenas de moldeo de esta invención que contienen distintos porcentajes de microesferas huecas de silicato de aluminio, representándose las curvas correspondientes a la resistencia a la tracción a la salida de la caja, después de 24 horas y con una humedad relativa del 100%.



- 7 -

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La invención proporciona una arena de moldeo para fundición que comprende microesferas huecas de silicato de aluminio en una cantidad comprendida entre el 1 y el 30% en peso respecto al total de la arena, preferentemente entre el 5 y el 25%, y más preferentemente, entre el 10 y el 20% en peso.

Ensayos previos dirigidos a evitar la formación del "veining" en la superficie de piezas de fundición pusieron de manifiesto la posibilidad de usar microesferas huecas de silicato de aluminio como aditivo para arenas de moldeo destinadas a fabricar machos y moldes de fundición.

Ensayos posteriores permitieron comprobar que se obtienen buenos resultados cuando las microesferas huecas de silicato de aluminio utilizadas tienen un contenido en alúmina comprendido entre el 15 y el 45% en peso, basado en el peso de las microesferas huecas de silicato de aluminio, preferentemente entre el 20 y el 35% en peso.

Para su empleo en esta invención puede utilizarse todo tipo de microesferas huecas de silicato de aluminio, preferentemente, aquellas que cumplan las características antes mencionadas tales como las comercializadas por The PQ Corporation bajo la marca comercial Extendospheres, y las comercializadas por Microfine Minerals Limited bajo la marca comercial Metaspheres 50. En la Tabla 1 se indican las principales características de las distintas microesferas usadas en las pruebas realizadas.

En contra de lo que cabría esperarse, ha resultado sorprendente comprobar que las microesferas huecas de silicato de aluminio de mayor calidad, entendiéndose por ello

- 8 -

aquellas microesferas con un contenido en alúmina relativamente alto, típicamente entre el 35 y el 45% en peso, proporcionan peores resultados que cuando se utilizan microesferas huecas de silicato de aluminio de menor calidad, es decir, con un contenido en alúmina inferior al 35% en peso.

Los ensayos realizados con distintas microesferas huecas de silicato de aluminio, incorporadas en distintas proporciones a la arena de moldeo, han puesto de manifiesto que, sorprendentemente, las microesferas con un bajo contenido en alúmina (25-33%) proporcionan, en general, los mejores resultados en cuanto al "veining" y la penetración, a la vez que se mantienen las propiedades mecánicas del macho obtenido, observándose además que un aumento en el porcentaje de alúmina en las microesferas no implica una mejora en los resultados de dichos efectos ("veining" y penetración) sino que, en ocasiones, ocurría lo contrario [véase la Tabla 5 (Ejemplo 5)].

Además, las investigaciones realizadas ponen de manifiesto que los mejores resultados en cuanto al "veining" y la penetración no dependen únicamente del contenido en alúmina sino que también influyen otros factores tales como el tamaño de las microesferas y el grosor (o espesor) de la pared de las mismas. En particular, se ha observado que resultan adecuadas las microesferas huecas de silicato de aluminio con un grosor de pared comprendido entre el 3 y el 10% del diámetro de la microesfera y un tamaño de partícula comprendido entre 10 y 350 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ).

Como se aprecia en la Tabla 4 (Ejemplo 4), las microesferas que proporcionan los mejores resultados son las identificadas como Metaspheres 50 y Extendspheres SG ya que presentan una resistencia a la compresión de 189,37

- 9 -

kg/cm<sup>2</sup> (2.700 psi) con un contenido de alúmina comprendido entre el 25 y el 30% en peso, un grosor de pared del 5% respecto al diámetro de la partícula (Extendspheres SG) y del 3 al 7% respecto al diámetro de la partícula (Metaspheres 50), y un tamaño de partícula medio de 150 µm (Extendspheres SG) y entre 10 y 250 µm (Metaspheres 50).

La arena de moldeo de la invención también puede contener otros componentes convencionales, tales como agregados de fundición, ligantes y otros componentes opcionales utilizados en este sector de la técnica.

La invención también proporciona un procedimiento para fabricar un macho o molde de fundición mediante un proceso en frío que comprende:

- (A) introducir la arena de moldeo objeto de esta invención en un molde para formar un macho o molde no curado;
- (B) poner en contacto dicho macho o molde no curado de la etapa (A) con un catalizador de curado gaseoso;
- (C) dejar curar dicho macho o molde no curado resultante de la etapa B) hasta que dicho macho o molde es manipulable; y
- (D) separar dicho macho o molde del molde.

En otra realización, la invención también proporciona un procedimiento para fabricar piezas de fundición que comprende:

- (A) insertar el macho o molde fabricado a partir

- 10 -

de la arena de moldeo objeto de esta invención en un dispositivo de fundición;

5 (B) verter el metal, en estado líquido, en dicho dispositivo de fundición;

(C) dejar enfriar y solidificar el metal vertido en el dispositivo de fundición; y

10 (D) separar la pieza de metal fundido del dispositivo de fundición.

Los siguientes ejemplos sirven para ilustrar la invención. En la Tabla 1 se indican las principales  
15 características de las microesferas huecas de silicato de aluminio utilizadas en la realización de estos ejemplos.

20

25

30

35

Tabla 1

## Características de diversas microesferas huecas de silicato de aluminio

Producto	Contenido en alúmina (%)	Grosor de la pared	Tamaño de partícula ( $\mu\text{m}$ )	Resistencia a la compresión ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	Punto de reglanceamiento ( $^{\circ}\text{C}$ )
Extendospheres SLG	43,3	= 10% $\emptyset$	10-300	562,48	1.800
Extendospheres SL180	43,3	= 10% $\emptyset$	10-180	562,48	1.800
Extendospheres SL150	43,3	= 10% $\emptyset$	10-150	562,48	1.800
Extendospheres SG	25-30	= 10% (radio)	10-300 (media 130)	189,37	1.200-1.350
Extendospheres XEG	25-30	= 10% (radio)	10-350 (media 162)	189,37	1.200-1.350
Extendospheres XOL200	15		100 (media)	7,03	1.000
Metaspheres 50	26-33	3-7% $\emptyset$	10-250	196,8-1.968,1	1.200-1.350

Extendospheres es una marca registrada de The Pq Corporation  
 Metaspheres es una marca registrada de Microfine Minerals Ltd.

- 12 -

## EJEMPLO 1

Evaluación del empleo de microesferas huecas  
de silicato de aluminio como aditivo de arenas de moldeo

5

Para evaluar el posible empleo de microesferas huecas de silicato de aluminio como aditivo para arenas de moldeo destinadas a fabricar machos de fundición, se conformaron, por una parte, unos machos usando distintas  
10 resinas y aditivos convencionales y, por otra parte, otros machos a partir de una arena de moldeo a la que se la habían añadido microesferas huecas de silicato de aluminio, evaluándose posteriormente el "veining" y la resistencia a la tracción de los machos obtenidos. Las técnicas utilizadas  
15 para la fabricación de los distintos machos eran las convencionales para cada caso.

Los elementos distintivos de las diferentes mezclas usadas para la fabricación de los machos se resumen  
20 más abajo (Tabla 2). En todos los casos se utilizó un 2% de resina. El catalizador utilizado en las preparaciones 02 y 03 es SO<sub>2</sub> (gas) mientras que en el resto de las preparaciones el catalizador utilizado es dimetiletilamina (DMEA) gaseoso.

25

Tabla 2

## Mezclas de partida

30

Preparación	Resina	Arena de moldeo
01	Fenólica uretano	Arena de sílice (*)
02	Epoxi acrílica	Arena de sílice (*)
03	Acrílica	Arena de sílice (*)

35

- 13 -

Tabla 2 (cont.)

Preparación	Resina	Arena de moldeo
04	Fenólica uretano	Arena de sílice (*) + 10% Microesferas huecas de silicato de aluminio (Invención)
05	Fenólica uretano	Arena recuperada furánica
06	Fenólica uretano	70/30 Arena de sílice (*)/Cromita
07	Fenólica uretano	50/50 Arena de sílice (*)/Cromita
08	Fenólica uretano	Arena de sílice (*) + 2% BR-022
09	Fenólica uretano	Arena de sílice (*) + 2% Hulla
10	Fenólica uretano	Chamota
11	Fenólica uretano	50/50 Sílice electrofundida
12	Fenólica uretano	Olivino tratado
13	Fenólica uretano	Arena recuperada térmicamente
14	Fenólica uretano	Arena de sílice (*) + 10% Veinseal 14000

(\*): Arena de sílice AFA=50 tipo redondo, %Si>97%

Una vez preparada la pieza se evalúan los resultados, dando el valor "10" al valor máximo de "veining" y el valor "0" al valor mínimo de "veining". Además del "veining" se evaluó la resistencia a la tracción.

En las Figuras 1 y 2 se representan unos gráficos de barras que muestran el efecto "veining" y la resistencia a la tracción de los machos obtenidos. En la posición 04 se representan las propiedades obtenidas con el macho obtenido a partir de una arena de moldeo que contiene microesferas de silicato de aluminio en un porcentaje de 10%, pudiendo observarse la ausencia total del efecto "veining" y unas buenas propiedades de resistencia mecánica.

- 14 -

## EJEMPLO 2

Densidad de distintos machos

5           Se ha determinado la densidad de distintos machos  
obtenidos según distintas técnicas de fabricación,  
incluyendo, a efectos comparativos, un macho fabricado a  
partir de una arena de moldeo que contiene microesferas  
huecas de silicato de aluminio objeto de esta invención. Los  
10 machos cuya densidad se ha evaluado se prepararon usando las  
arenas y aditivos que se relacionan a continuación:

- [1]: Aditivos de óxido de titanio [US 4.735.973] (Veinseal).
- [2]: Microesferas huecas de silicato de aluminio (Invención).
- 15 [3]: Sílice redonda.
- [4]: Sílice sub-angular.
- [5]: 70/30 Sílice redonda/Cromita.
- [6]: 90/10 Sílice/Aditivo de óxido de titanio [US 4.735.973]  
(Veinseal).
- 20 [7]: 90/10 Sílice/Microesferas huecas de silicato de aluminio  
(Invención).

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura  
3, donde se puede apreciar que los machos fabricados a partir  
25 de arenas de moldeo que contienen microesferas huecas de  
silicato de aluminio tienen una densidad muy reducida  
respecto a la de los otros machos, densidad que permite  
reducir la evolución del gas y la penetración en la pieza  
obtenida.

30

## EJEMPLO 3

Ejemplo comparativo

35           Se han preparado unos machos a partir de unas



- 15 -

arenas de moldeo que contenían distintas cantidades (0, 5%, 10% y 20%) de un aditivo seleccionado entre:

5 (i) microesferas huecas de silicato de aluminio,  
y

(ii) aditivos de óxido de titanio según la patente norteamericana US 4.735.973 (Veinseal), y se ha evaluado la incidencia de las mismas tanto  
10 en el "veining" como en la penetración.

Los machos se prepararon mezclando la arena (C-55) con 0,5%, 10% ó 20% en peso del aditivo en cuestión, y a las mezclas resultantes se les añadieron las resinas adecuadas,  
15 se conformaron y curaron.

Una vez elaboradas las distintas piezas, se evaluaron los resultados, dando el valor "10" al valor máximo de "veining" y penetración y el valor "0" al valor mínimo de  
20 "veining" y penetración. Para determinar la penetración del metal en el molde se ha utilizado el ensayo "Penetration 2 x 2 test casting" [AFS Transactions] en el que se examinan las cavidades del núcleo introducido en el molde de ensayo para examinar visualmente la existencia de penetración de metal.

25 Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 4, donde se observa claramente cómo el "veining" en ambas técnicas es muy similar y se va reduciendo hasta desaparecer cuando el porcentaje del aditivo aumenta progresivamente hasta alcanzar el 10%. No obstante, la penetración utilizando  
30 aditivos de óxido de titanio aumenta a medida que aumenta el porcentaje de aditivo, mientras que utilizando como aditivo microesferas huecas de silicato de aluminio, la penetración permanece constante y en un nivel muy reducido.

35

- 16 -

## EJEMPLO 4

Preparación de machos utilizando microesferas huecas de  
silicato de aluminio como aditivo

5

Se han preparado unos machos (probetas de compresión) compuestos por arena de moldeo a la que se la habían añadido distintas cantidades (0,5%, 10% y 20%) de microesferas huecas del silicato de aluminio, y se ha  
10 evaluado la incidencia de las mismas en la resistencia a la tracción de los machos obtenidos.

Las probetas se prepararon mezclando la arena (C-55) con 0,5%, 10% ó 20% en peso de unas microesferas huecas  
15 de silicato de aluminio, y a la mezcla resultante se le añadió la mezcla de resinas apropiada. Con la mezcla obtenida se fabricaron las probetas de compresión que se curaron con el gas adecuado.

20 Los resultados obtenidos se recogen en la Figura 5 donde se muestra la resistencia a la tracción de los machos obtenidos con distintos porcentajes del aditivo objeto de la invención, representándose las curvas correspondientes a la resistencia a la tracción a la salida de la caja, después de  
25 24 horas y con una humedad relativa del 100%.

Mediante un procedimiento similar al anterior, se han preparado unos machos a partir de las arenas de moldeo que se indican en la Tabla 3 obtenidas mezclando la arena (C-  
30 55) con 0,5%, 10% ó 20% en peso de microesferas huecas de silicato de aluminio. En todos los casos, se utilizó un 1% de resina Isocure® 325 (Ashland) y 1% de resina Isocure® 625 (Ashland), y DMEA como catalizador.

35

- 17 -

Tabla 3

## Arenas de moldeo

5	Composición	Arena C-55 (% en peso)	Aditivo (% en peso)
	I	100	0
	II	95	5
	III	90	10
10	IV	80	20

Los machos obtenidos se sometieron a unos ensayos de resistencia a la abrasión (Scratch Hardness, SH) y de resistencia a la tracción (Tensile Hardness, TS). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

## Resistencias mecánicas

20	Composición	I		II		III		IV	
	Resistencia	TS	SH	TS	SH	TS	SH	TS	SH
	2 cc. 302	68	94	56	93	54	92	44	90
25	1 hora	76	95	72	94	74	96	60	92
	24 horas	88	98	95	97	98	97	85	96
	1 h. Aire y 24 h. 100% humedad	23	73	35	86	30	79	26	74
30	Peso	448,9		425,0		385,8		318,8	
	Probetas								

Los siguientes ejemplos se realizaron con el objetivo de seleccionar las microesferas huecas de silicato

- 18 -

de aluminio más adecuadas para su empleo como aditivo de arenas de moldeo.

#### EJEMPLO 5

5

##### Evaluación de diversas microesferas huecas de silicato de aluminio como aditivo "anti-veining"

10 Para evaluar el comportamiento "anti-veining" de diferentes tipos de microesferas de silicato de aluminio se prepararon unas probetas de compresión compuestas por arenas de moldeo a las que se habían añadido distintas cantidades de las microesferas a evaluar.

15 Las probetas se prepararon mezclando la arena (C-55) con 10% ó 20% en peso de las microesferas y a la mezcla resultante se le añadió 0,75% de Isocure® 325 (Ashland) y 0,75 % de Isocure® 625 (Ashland). Con la mezcla obtenida se fabricaron unas probetas de compresión, gaseándolas con Isocure® 720  
20 (Ashland). Posteriormente, se colocaron en un molde para su fusión con hierro gris a 1.420°C.

Una vez enfriada la pieza, se evalúan los resultados, dando el valor "10" al valor máximo de "veining" y penetración y  
25 el valor "0" al valor mínimo de "veining" y penetración. Para determinar la penetración del metal en el molde se ha utilizado el ensayo "Penetration 2 x 2 test casting" [AFS Transactions] en el que se examinan las cavidades del núcleo introducido en el molde de ensayo para examinar visualmente la existencia de  
30 penetración de metal.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5, donde puede apreciarse que los mejores resultados en cuanto al  
35 "veining" y la penetración (es decir, aquellos en los que se obtiene un "veining" y una penetración con un valor cero o muy

- 19 -

próximo a cero) se obtienen cuando se usa un 20% en peso de las microesferas huecas de silicato de aluminio con un contenido en alúmina comprendido entre el 25 y el 33% (Extendspheres SG y Metaspheres SLG, SL180 y SL150, con un contenido en alúmina  
5 [Extendspheres SLG, SL180 y SL150, con un contenido en alúmina cercano al 45% en peso] las que rinden los peores resultados en general.

10

15

20

25

30

35

Tabla 5  
Estudio de productos "anti-veining"  
Probetas de compresión

N° de probeta	Arena C-55	Peso probeta (g)	Isocure® 325/ Isocure® 625 (1,5% total de resina)							Veining	Penetración
			SL 180	SL 150	SLG	Meta. 50	XEG	SG	XOL 200		
Control A	100	175,8	--							8	2
1	90	151,5	10	--	--	--	--	--	--	9	2
2	80	122,2	20	--	--	--	--	--	--	9	2
3	90	150,1	--	10	--	--	--	--	--	9	2
4	80	124,3	--	20	--	--	--	--	--	9	4
5	90	147,2	--	--	10	--	--	--	--	9	1
6	80	121,0	--	--	20	--	--	--	--	10	0
7	90	150,0	--	--	--	10	--	--	--	4	3
8	80	123,2	--	--	--	20	--	--	--	0	0
9	90	144,6	--	--	--	--	10	--	--	2	2
10	80	117,0	--	--	--	--	20	--	--	0	1
11	90	147,0	--	--	--	--	--	10	--	2	0
12	80	122,0	--	--	--	--	--	20	--	0	0
13	90	175,4	--	--	--	--	--	--	10	9	2
14	95	176,0	--	--	--	--	--	--	5	10	5

[SL 180, SL150, SLG, XEG, SG y XOL200 son diversos tipos de Extendospheres; Meta. 50: Metaspheres 5°; (Tabla 1)]

- 21 -

## EJEMPLO 6

Evaluación de la resistencia mecánica de aditivos "anti-veining"

5           Para evaluar la resistencia mecánica de diferentes tipos de microesferas de silicato de aluminio se prepararon unas probetas de tracción compuestas por arena a la que se habían añadido distintas cantidades de las microesferas a evaluar.

10           Las probetas se prepararon mezclando la arena (C-55) con 10% ó 20% en peso de las microesferas y a la mezcla resultante se le añadió 0,75% de Isocure® 325 (Ashland) y 0,75% de Isocure® 625 (Ashland). El catalizador utilizado fue DMEA. Con la mezcla obtenida se fabricaron unas probetas de  
15 tracción que se sometieron a unos ensayos de resistencia a la abrasión (SH) y de resistencia a la tracción (TH). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 6, donde se observa que, a pesar de que se obtienen buenos resultados en los efectos "veining" y penetración, también se pueden obtener resistencias  
20 mecánicas satisfactorias para los machos preparados a partir de las arenas de moldeo de la invención.

25

30

35

Tabla 6  
Estudio de las resistencias mecánicas de productos aglomerados (arena/microesferas)

Resina	ISOCURE® 325 ISOCURE® 625 1,5 DMEA	ISOCURE® 325 ISOCURE® 625 1,5 DMEA	ISOCURE® 325 ISOCURE® 625 1,5 DMEA	ISOCURE® 325 ISOCURE® 625 1,5 DMEA	ISOCURE® 325 ISOCURE® 625 1,5 DMEA	ISOCURE® 325 ISOCURE® 625 1,5 DMEA
Producto	100% C-55	90% C-55	80% C-55	90% C-55	80% C-55	80% C-55
Aglomerado	(Control)	10% EX XEG	20% EX XEG	10% EX SG	20% EX SG	20% MS 50
3 cc. 3'	TS 50 SH 92	TS 67 SH 92	TS 56 SH 90	TS 63 SH 92	TS 57 SH 91	TS 50 SH 90
1 hora	73 96	72 94	58 91	70 93	59 93	48 73
24 horas	83 97	78 94	63 92	86 95	73 95	66 87
1h aire y 24 h						
100% humedad	60 94	61 89	59 90	70 93	60 90	49 83
Densidad	228,3	186,0	153,3	192,3	156,0	156,0
3 prob.						
6 horas de vida en banco						
3cc. 3'	TS 38 SH 83	TS 40 SH 81	TS 25 SH 43	TS 38 SH 80	TS 22 SH 49	TS 15 SH 32
1 hora	46 91	44 83	26 44	40 82	25 49	12 31
24 horas	55 94	48 86	30 47	48 85	29 50	13 40
1h aire y 24 h						
100% humedad	48 92	38 81	23 40	44 81	20 40	11 32

[MS: Metaspheres; EX: Extendospheres; TS: resistencia a la tracción; SH: resistencia a la abrasión]



- 23 -

## EJEMPLO 7

Evaluación de resistencias mecánicas de distintas  
microesferas huecas de silicato de aluminio

5

Para evaluar la resistencia mecánica de diferentes microesferas huecas de silicato de aluminio al 100%, se prepararon unas probetas de tracción mezclando las microesferas (100%) a evaluar con 3% de Isocure® 323 (Ashland) y 3% de Isocure® 623 (Ashland). Con las mezclas obtenidas se fabricaron unas probetas de tracción que fueron gaseadas con Isocure® 702 (Ashland). Las probetas obtenidas se sometieron a unos ensayos de resistencia a la abrasión (SH) y de resistencia a la tracción (TH). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 7, donde puede apreciarse que los mejores resultados se obtienen con microesferas Extendspheres XEG, que tienen un tamaño medio de partícula (162  $\mu\text{m}$ ) superior al de las microesferas Extendspheres SG (130  $\mu\text{m}$ ).

20

25

30

35

Tabla 7  
Estudio de resistencias mecánicas de diferentes aditivos (con Isocure) empleados en la  
fabricación de manguitos

Microesfera Resina Cant. Resina Catalizador	EX SL180		EX SL150		EX SLG		METASPHERES 50		EX SG		EX XEG	
	TS	SH	TS	SH	TS	SH	TS	SH	TS	SH	TS	SH
4 cc. 3'	49	80	49	82	47	78	48	81	36	71	60	83
1 hora	63	86	52	84	66	87	43	80	50	80	66	83
24 horas	70	92	67	86	67	90	40	79	72	94	78	95
1h aire y 24 h 100% humedad	60	85	43	77	63	87	38	75	54	79	63	94

[Ex: Extendospheres; TS: resistencia a la tracción; SH: resistencia a la abrasión]

- 25 -

## REIVINDICACIONES

1. Arena de moldeo para fundición que comprende microesferas huecas de silicato de aluminio.
- 5
2. Arena según la reivindicación 1, en la que dichas microesferas huecas de silicato de aluminio tienen un contenido en alúmina comprendido entre el 15 y el 45% en peso respecto al peso de las microesferas.
- 10
3. Arena según la reivindicación 2, en la que dichas microesferas huecas de silicato de aluminio tienen un contenido en alúmina comprendido entre el 20 y el 35% en peso.
- 15
4. Arena según la reivindicación 1, en la que dichas microesferas huecas de silicato de aluminio tienen un grosor de pared comprendido entre el 3 y el 10% del diámetro de la microesfera.
- 20
5. Arena según la reivindicación 1, en la que dichas microesferas huecas de silicato de aluminio tienen un tamaño de partícula comprendido entre 10 y 350  $\mu\text{m}$ .
- 25
6. Arena según la reivindicación 1, que comprende entre 1 y 30% en peso de microesferas huecas de silicato de aluminio respecto al total de la arena.
- 30
7. Arena según la reivindicación 6, que comprende entre 5 y 25% en peso de microesferas huecas de silicato de aluminio respecto al total de la arena.
- 35
8. Arena según la reivindicación 7, que comprende entre 10 y 20% en peso de microesferas huecas de silicato de aluminio respecto al total de la arena.

- 26 -

9. Un procedimiento para fabricar un macho o molde de fundición mediante un proceso en frío que comprende:

- 5 (A) introducir una arena de moldeo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en un molde para formar un macho o molde no curado;
- 10 (B) poner en contacto dicho macho o molde no curado de la etapa (A) con un catalizador de curado gaseoso;
- 15 (C) dejar curar dicho macho o molde no curado resultante de la etapa (B) hasta que dicho macho o molde es manipulable; y
- (D) separar dicho macho o molde del molde.

20 10. Un macho o molde de fundición preparado según el procedimiento de la reivindicación 9.

11. Un procedimiento para fabricar piezas de fundición que comprende:

- 25 (A) insertar un macho o molde de fundición según la reivindicación 10 en un dispositivo de fundición;
- 30 (B) verter el metal, en estado líquido, en dicho dispositivo de fundición;
- (C) dejar enfriar y solidificar el metal vertido en el dispositivo de fundición; y
- 35 (D) separar la pieza de metal fundido del

- 27 -

dispositivo de fundición.

12. Una pieza de fundición preparada según el  
procedimiento de la reivindicación 11.

5

10

15

20

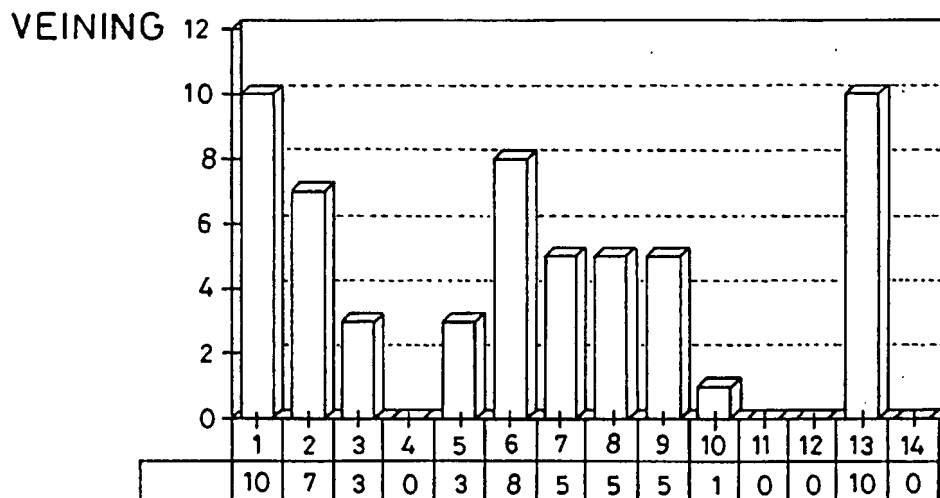
25

30

35

1/5

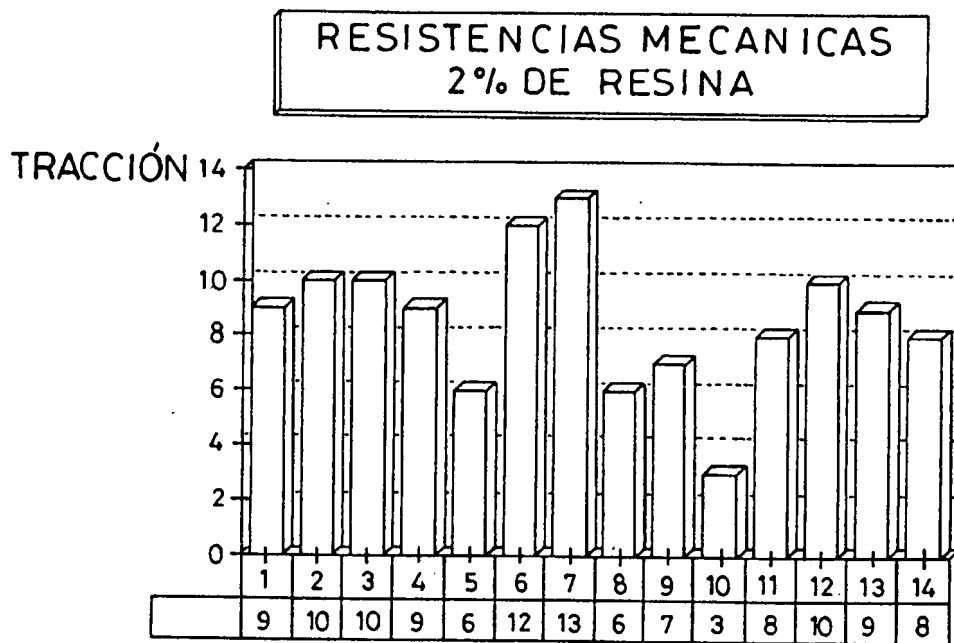
**"VEINING" EN DIFERENTES SISTEMAS  
2% DE RESINA**



- 01.- Fenólica Uretano
- 02.- Epoxy Acrílica
- 03.- Acrílica
- 04.- Sílice + 10%. Aditivo Microesferas objeto de la invención
- 05.- Arena Recup. Furánica
- 06.- 70/30 Sílice/Cromita
- 07.- 50/50 Sílice/Cromita
- 08.- Sílice + 2% BR-022
- 09.- Sílice + 2% Hulla
- 10.- Chamota
- 11.- 50/50 Sílice Electrofundida
- 12.- Olivino tratado
- 13.- Arena Recup. Térmicamente
- 14.- Sílice + 10% Veinseal 14000

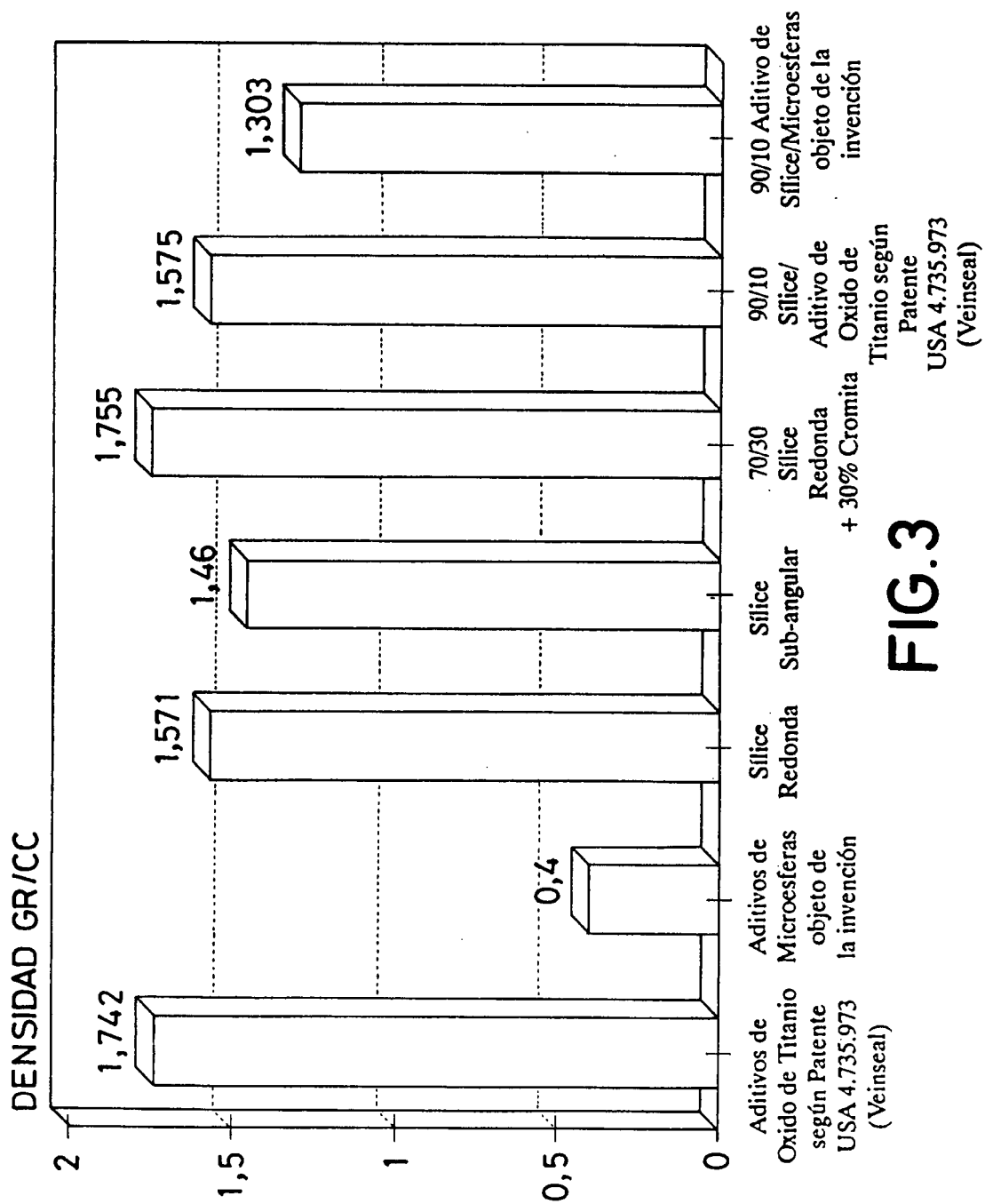
**FIG.1**

2/5



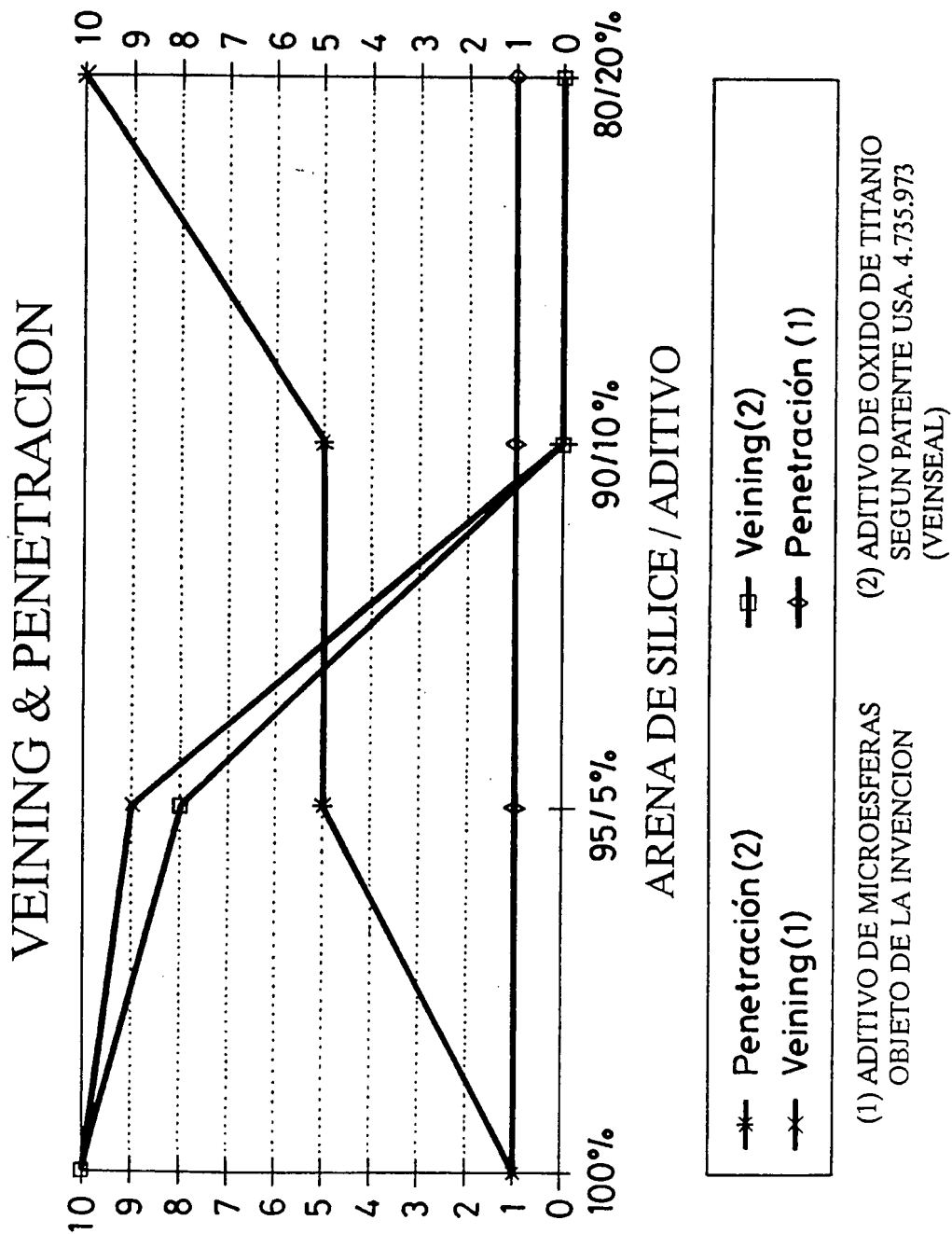
- 01.- Fenólica Uretano
- 02.- Epoxy Acrílica
- 03.- Acrílica
- 04.- Sílice + 10%. Microesferas
- 05.- Arena Recup. Furánica
- 06.- 70/30 Sílice/Cromita
- 07.- 50/50 Sílice/Cromita
- 08.- Sílice + 2% BR-022
- 09.- Sílice + 2% Hulla
- 10.- Chamota
- 11.- 50/50 Sílice Electrofundida
- 12.- Olivino tratado
- 13.- Arena Recup. Térmicamente
- 14.- Sílice + 10% Veinseal 14000

FIG.2





4/5



**FIG.4**

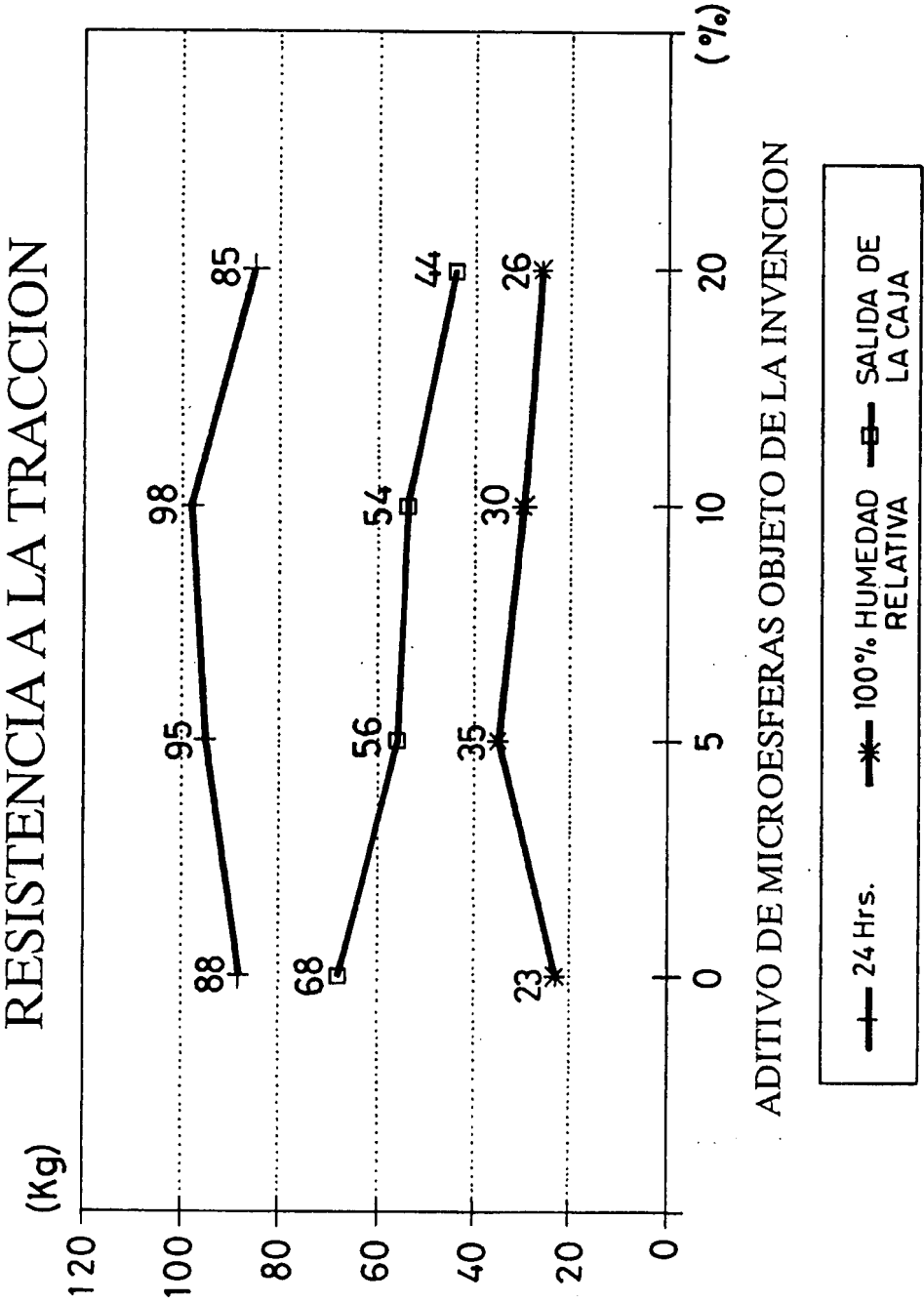


FIG.5